ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 SEPTEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que la prochaine séance publique annuelle aura lieu le lundi 15 décembre.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau les *Notes, lettres et discours* d'Ernest Solvay. Vol. I. *Gravitique et Physiologie*. Vol. II. *Politique et science sociale*.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur l'observation d'une aurore polaire.* Note de M. **Paul Helbronner**.

Le 3 septembre, en revenant par la Laponie et les îles Lofoten du Congrès international de géodésie et de géophysique de Stockholm où je faisais partie de la délégation de l'Académie, il m'a été donné, en même temps qu'à quelques congressites de diverses nationalités, d'assister au spectacle d'une aurore polaire intéressant la presque totalité de la surface visible du ciel. J'ai observé le phénomène depuis 21 heures jusqu'après 23 heures. Le navire, faisant route vers le Sud-Ouest, longeait les côtes de Norvège entre les parallèles de 65° 10′ et de 64° 40′. L'atmosphère était à ce moment complètement dégagée de nuages. L'intensité lumineuse, la variété et l'éclat des aspects — d'ailleurs souvent décrits — ont permis de juger à quel point sont justifiées les impressions d'enthousiasme que provoque ce phénomène.

A ce sujet, il est à noter que des études sont poursuivies d'une façon de plus en plus méthodique en Norvège où les travaux de M. Störmer ont

déterminé, non seulement un puissant courant d'intérêt, mais encore la création d'un nouvel observatoire d'aurores polaires pour lequel la fondation américaine due à la générosité de M. Rockefeller et connue sous le nom d'*International Education Board* a donné une somme d'environ 74000 dollars. Déjà, d'ailleurs, le Congrès international de géodésie et de géophysique tenu à Prague en 1927 s'était occupé de la question notamment pour préconiser des règles d'observations destinées à fixer les distances probables des manifestations lumineuses. C'est à ce congrès qu'il avait été aussi décidé de publier un Atlas comprenant des photographies d'aurore et certains schémas d'observations ([1]).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale une étude consacrée à *Lamarck*, par Franz Weidenreich.

CORRESPONDANCE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les chaînes discrètes de Markoff.* Note de **V. Romanovsky**, transmise par M. Émile Borel.

Soient $A_1, A_2, \ldots, A_m$ m événements incompatibles dont les probabilités dans une série infinie d'épreuves sont assujetties aux conditions suivantes. Les épreuves $1, 2, \ldots, \nu$ forment le chaînon initial n° 0; les épreuves $2, 3, \ldots, \nu+1$ forment le chaînon n° 1; etc. Soit $p_{0|k_1\ldots k_\nu}$ la probabilité de $A_{k_1}, \ldots, A_{k_\nu}$ dans le chaînon initial et $p_{n|k_1\ldots k_\nu}$ leurs probabilités dans le n° n sous la condition qu'on ne sait rien sur les résultats des épreuves précédentes.

Soit $\varphi_{k_1\ldots k_\nu|i}$ la probabilité de A_i dans une épreuve quelconque quand on sait que dans les ν épreuves précédentes on a $A_{k_1}, \ldots, A_{k_\nu}$. On aura évidemment $\sum_{i=1}^{m}\varphi_{k_1\ldots k_\nu|i}=1$. Nous nommons l'ensemble des probabilités $\varphi_{k_1\ldots k_\nu|i}$ la loi de la chaîne considérée.

([1]) Voir, à ce sujet, Carl Störmer, *De l'Espace à l'atome*, traduction Störmer et Boutaric, 4e édition (Nouvelle collection scientifique Émile Borel. Librairie Félix Alcan, Paris, 1929).

Soit encore $p_{n|i}$ la probabilité de A_i dans la $n^{\text{ième}}$ épreuve quand les résultats des épreuves précédentes sont inconnues.

On aura maintenant les relations

$$(1) \qquad p_{n+1|k_1\ldots k_\nu} = \sum_{h=1}^{m} p_{n|hk_1\ldots k_{\nu-1}} \varphi_{hk_1\ldots k_{\nu-1}|k_\nu},$$

$$(2) \qquad p_{n|i} = \sum_{k} p_{n-\nu-1|k_1\ldots k_\nu} \varphi_{k_1\ldots k_\nu|i},$$

la somme $\sum\limits_{k}$ étant prise pour $k_i = 1, 2, \ldots, m$; $i = 1, 2, \ldots, \nu$.

Or la relation (1) est une équation aux différences finies par rapport à n, donc on peut ramener la résolution du système de ces équations obtenues pour les valeurs différentes de $k_1, \ldots, k_\nu$ à celle des équations linéaires algébriques

$$(3) \qquad \alpha_{k_1\ldots k_\nu} r = \sum_{n=1}^{m} \alpha_{hk_1\ldots k_{\nu-1}|k_\nu} \qquad (k_i = 1, 2, \ldots, m;\ i = 1, 2, \ldots, \nu)$$

obtenues en posant

$$p_{n|k_1\ldots k_\nu} = \alpha_{k_1\ldots k_\nu} r^n.$$

Soit $\Delta(r)$ le déterminant de ce système. L'équation $\Delta(r) = 0$ aura nécessairement une racine $r_0 = 1$ $\left(\text{à cause de l'égalité } \sum\limits_{i} \varphi_{k_1\ldots k_\nu|i} = 1\right)$ et ses autres racines sont du module égal ou inférieur à l'unité.

Considérons maintenant le cas où les racines de $\Delta(r) = 0$ sont toutes simples, et aucune d'entre elles n'est égale à -1. Alors on peut montrer que le système (1) a une seule solution

$$(4) \qquad p_{n|k_1\ldots k_\nu} = p_{k_1\ldots k_\nu} + \sum_{g} A_g \gamma_{gk_1\ldots k_\nu} r_g^n,$$

où r_g sont les racines de $\Delta(r) = 0$ différentes de l'unité, A_g et $\gamma_{gk_1\ldots k_\nu}$ des constantes déterminées et $p_{k_1\ldots k_\nu}$ des nombres positifs déterminés tels que $\sum\limits_{k} p_{k_1\ldots k_\nu} = 1$ et indépendants des probabilités initiales $p_{0|k_1\ldots k_\nu}$. On obtient ainsi le résultat fondamental.

Dans le cas considéré les probabilités $p_{n|k_1\ldots k_\nu}$ tendent avec $n \to \infty$ vers les probabilités finales $p_{k_1\ldots k_\nu}$ bien déterminées et indépendantes des probabilités initiales $p_{0|k_1\ldots k_\nu}$ de A_i. Dans le même temps les probabilités $p_{n|i}$ tendent vers les

probabilités finales $\sum_{\kappa} p_{k_1\ldots k_\nu}\varphi_{k_1\ldots k_\nu i}$ *qui sont aussi indépendantes des probabilités initiales de* A_i.

Ce résultat subsiste encore quand $r_0 = 1$ est une racine simple de $\Delta(r) = 0$ et les autres sont multiples mais différentes de -1. Dans le cas où $r_0 = 1$ est une racine multiple et les autres racines sont différentes de -1, les probabilités finales déterminées existent encore mais sont dépendantes des probabilités initiales. S'il y a une racine, multiple ou simple, égale à -1, les probabilités finales n'existent pas et les probabilités $p_{n|k_1\ldots k_\nu}$ et $p_{n|i}$ oscillent d'une manière déterminée avec n croissant indéfiniment sur un niveau déterminé indépendant des probabilités initiales si $r_0 = 1$ est une racine simple de $\Delta(r) = 0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une méthode de convergence par des moyennes.* Note de M. **J. Rey Pastor**, transmise par M. Émile Borel.

Entre les diverses méthodes de sommation par des moyennes, il y a des types avantageux pour certaines classes de fonctions (séries, intégrales, etc.). Entre eux nous proposons comme un des plus simples celui dont les facteurs de convergence sont $\frac{1}{r}$ pour $r \leqq t$ et 0 pour $r > t$. C'est-à-dire, nous adoptons comme limite généralisée d'une succession s_r (en particulier comme somme généralisée d'une série Σu_r) :

$$(\mathrm{L}) \lim s_r = \lim_{t \to \infty} \frac{1}{lt} \sum_0^t \frac{s_r}{r},$$

et corrélativement, pour les fonctions de variable réelle,

$$(\mathrm{L}) \lim s(r) = \lim_{t \to \infty} \frac{1}{lt} \int_0^t \frac{s(r)}{r} dr.$$

Cette méthode satisfait évidemment aux conditions de régularité. Le champ de convergence (L) de la fonction z^r est tout le cercle $|z| \leqq 1$, exclus le point de discontinuité $z = 1$, et cette convergence (L) est uniforme dans tout le champ défini par les conditions

$$|z| \leqq 1, \qquad |1 - z| > d > 0,$$

tout de même comme dans la méthode C^k. Il s'ensuit, d'après le théorème

fondamental [1], que le champ de convergence (L) d'une série $\Sigma u_r z^r$ dont le rayon est $R > 0$, est tout le cercle de convergence ordinaire, avec exclusion des points singuliers sur la périphérie.

Cette méthode tout à fait élémentaire est souvent plus commode que les méthodes classiques. S'il s'agit, par exemple, de la fonction $s(r) = r.s$ en r, il en résulte immédiatement la limite o. Par contre cette fonction n'est pas convergente (C^1).

Beaucoup plus générale est la méthode suivante, dont la précédente peut être considérée comme de cas limite :

$$(R^{p,q}) \lim s_r = \lim_{t \to \infty} \frac{(p+q+1)!}{p!\, q!\, t^{(p+q+1)}} \sum_0^t s_r (t-r)^{p} r^{q},$$

en désignant

$$x! = \Gamma(x+1), \qquad x^m = \frac{x!}{(x-m)!} = \frac{\Gamma(x+1)}{\Gamma(x-m+1)}.$$

Corrélativement, pour les fonctions de variable réelle quelconque,

$$(R^{p,q}) \lim s(r) = \lim_{t \to \infty} \frac{(p+q+1)!}{p!\, q!\, t^{p+q+1}} \int_0^t s(r)(t-r)^p r^q \, dr.$$

Dans le cas $q = 0$, il en résulte la méthode (C^{p+1}) de Cesàro, et pour $p = 0$ on obtient, comme limite généralisée, la limite pour $t \to \infty$ de l'expression

$$S_k(t) = \frac{k}{t^k} \int_0^t s(r)\, r^{k-1}\, dr = \int_0^t u(r) \left[1 - \frac{r^k}{t^k}\right] dr,$$

et sa corrélative pour les successions s_r, en mettant des factorielles au lieu des puissances. Ces formules sont très analogues à celles de la méthode de Cesàro; pour $k = 1$, elles sont identiques.

Avec cette méthode très générale (laquelle se généralise sans difficulté), on peut démontrer beaucoup de relations, comme la suivante :

$$\lim_{t \to \infty} \frac{\Sigma \alpha_i \beta_j \ldots \lambda_m}{t^{p+q+\ldots+s+1}} = ab \ldots l \frac{p!\, q! \ldots s!}{(p+q+\ldots+s+1)!},$$

α_i, β_j, ..., λ_m étant des variables infinies équivalentes pour $t \to \infty$ aux expressions $a.t^p$, $b.t^q$, ..., $l.t^s$, respectivement.

---

[1] Voir E. Borel, *Leçons sur les séries divergentes*, 2e éd., Paris, 1928, p. 117; Rey Pastor, *Algoritmos generales de convergencia*, 1930.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse du propénylbenzène.* Note [1] de MM. L. **Bert** et M. **Raynaud**.

L'un de nous a montré combien l'atome d'halogène de l'ω-chlorallylbenzène $C^6H^5.CH^2.CH = CH.Cl$ était peu labile, puisque seuls des réactifs aussi énergiques que l'amidure de sodium vers 110° ou la potasse alcoolique bouillante employée à doses massives, le pouvaient mobiliser [2].

Il est remarquable, dans ces conditions, que le sodium agisse facilement, dès la température ordinaire, sur ce dérivé chloré, soit en l'absence de solvant, soit au sein de l'éther ou de carbures benzéniques. Par analogie avec l'action du sodium sur les composés bromoéthyléniques, étudiée par A. Kirrmann [3], nous espérions obtenir :

1° De l'allylbenzène $C^6H^5.CH^2.CH = CH^2$ et du phénylpropine vrai $C^6H^5.CH^2.C \equiv CH$, engendrés par la réaction :

$$2\,C^6H^5.CH^2.CH = CH.Cl + 2\,Na = C^6H^5.CH^2.CH = CH^2 + C^6H^5.CH^2.C \equiv CH + 2\,NaCl.$$

2° Le carbure érythrénique résultant de la duplication :

$$2\,C^6H^5.CH^2.CH = CH.Cl + 2\,Na = C^6H^5.CH^2.CH = CH - CH = CH.CH^2.C^6H^5 + 2\,NaCl.$$

Nous n'avons obtenu aucun des carbures attendus, mais, à côté de résidus indistillables et de carbures combinables au brome à froid, passant sans point fixe au-dessus de 200°, une quantité rémunératrice de propénylbenzène :

$$C^6H^5.CH = CH.CH^3$$

identifié par ses propriétés organoleptiques, ses constantes physiques, son oxydation en acide benzoïque par le permanganate de potassium à 3 pour 100 à 0° et son dibromure caractéristique, cristallisant dans l'alcool en fines aiguilles blanches fusibles à 66°.

Voici quelques détails sur notre *modus faciendi* :

Du sodium (4 at.) est finement pulvérisé par agitation violente dans du

---

(1) Séance du 1er septembre 1930.

(2) L. Bert, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1504.

(3) A. Kirrmann, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 671.

toluène bouillant. A la suspension portée au voisinage de 110° par chauffage au bain d'huile, on ajoute goutte à goutte, en agitant mécaniquement, 1^{mol} de ω-chlorallylbenzène. Il se produit un fort bouillonnement, mais sans dégagement de gaz.

On parfait la réaction en continuant l'ébullition pendant une heure à partir du moment où tout le dérivé chloré a été ajouté. Après refroidissement, on traite à la façon habituelle, en prenant les précautions nécessitées par la présence d'un excès de sodium.

Le liquide obtenu ne précipite pas le nitrate d'argent alcoolique, ce qui exclut la présence de carbures acétyléniques vrais; son fractionnement donne les résultats indiqués plus haut.

On pouvait craindre que le phénylpropine vrai présumable se fût, dans les conditions de l'expérience, transformé en β-phénylpropine

$$C^6H^5.C \equiv C.CH^3,$$

bouillant à 72° sous 13^{mm}, et, de ce fait, impossible à séparer par distillation fractionnée du propénylbenzène passant à 74° sous la même pression.

Il n'en a rien été, car le propénylbenzène recueilli demeure inchangé quand on le traite par l'amidure de sodium pur, dans du toluène à 110° ([1]).

On a observé bien souvent, dans l'action du sodium sur un dérivé monohalogéné RX, la formation, encore inexpliquée, du carbure RH correspondant ([2]). L'allylbenzène, qui, par ce mécanisme mystérieux, devait se former dans notre expérience, s'isomérise-t-il aussitôt en propénylbenzène plus stable? C'est ce que nous apprendront de nouveaux essais, que nous nous proposons d'ailleurs d'étendre aux homologues de l'ω-chlorallylbenzène substitués sur le noyau. Il n'en reste pas moins que, pour inattendue qu'elle soit, l'action du sodium sur l'ω-chlorallylbenzène, que nous venons de décrire, constitue un mode de préparation du propénylbenzène intéressant par sa facilité d'exécution, par le bon marché relatif de la matière première ([3]) et supérieur, à ce double point de vue, à la méthode de synthèse de ce carbure que l'un de nous a fait connaître précédemment ([4]).

([1]) Bourguel, *Annales de Chimie*, 10e série, **3**, 1925, p. 350.

([2]) Voir, à ce propos, outre A. Kirrmann, *loc. cit.* : F. Krafft et J. Göttig, *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, **21**, 1888, p. 3180; M. Weiler, *Ibid.*, **29**, 1896, p. 111; J. v. Braun et H. Deutsch, *Ibid.*, **45**, 1912, p. 2171.

([3]) L. Bert, *loc. cit.*

([4]) L. Bert et M. Anglade, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 645.

PALÉONTOLOGIE. — *Particularités structurales d'un type nouveau de Poisson fossile des formations permo-triasiques du nord de Madagascar.* Note de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. Douvillé.

L'objet de cette Note est d'exposer brièvement les particularités morphologiques essentielles d'un type de Poisson dont la structure, des plus intéressantes, n'avait, jusqu'ici, pas été comprise, ni la position systématique établie. Cette forme a été décrite et figurée par Priem (*Annales de Paléontologie*, 13, 1923, p. 116), qui l'a rapportée au genre *Pristisomus*. Nous allons montrer que cette assimilation ne peut être maintenue et qu'il faut en faire un genre nouveau (pour lequel nous proposons le nom d'*Australosomus*), type d'une famille nouvelle.

Le crâne primordial, peu élevé et très allongé, est complètement ossifié et il est difficile de délimiter, dans cette ossification continue, des éléments distincts. La chorde dorsale se prolonge très avant dans la région occipitale.

Latéralement, au-dessus de la fontanelle vestibulaire, on observe un foramen qui, par comparaison avec les formes actuelles, devait donner passage au nerf vague, au nerf de la ligne latérale et à la veine encéphalique postérieure.

La région labyrinthique montre un certain nombre d'orifices : d'abord l'ouverture du canal donnant passage à la veine jugulaire et à la branche hyomandibulaire du nerf facial; puis l'orifice du spiraculum, placé près de la facette articulaire de l'hyomandibulaire.

En arrière du trou optique, s'étend un canal qui doit être l'homologue du canal transverse des Elasmobranches. Il est parcouru par la veine pituitaire et s'ouvre, à chaque extrémité, en une fosse correspondant au canal des muscles droits de l'œil ou myodome. Ici, comme dans *Birgeria*, le myodome est à un stade très primitif de développement.

Deux autres fosses, placées de chaque côté, en arrière du myodome et sans communication entre elles, doivent être considérées comme correspondant à la cavité trigémino-faciale.

Il y a un canal aortique qui se prolonge par les carotides communes; les trous de sortie des carotides internes sont un peu en arrière du foramen optique.

Un tel appareil circulatoire céphalique devait présenter d'étroites analogies avec celui des Paléoniscidés que Watson a fait connaître.

La région ethmoïdale, assez allongée, présente sur sa ligne médiane une crête sur laquelle s'attachait le septum membraneux interorbitaire. De chaque côté de cette crête s'étend un sillon le long duquel courait le nerf *ophthalmicus superficialis trigemini*, distinct ici du nerf *ophthalmicus lateralis* comme dans *Saurichthys*, *Acipenser*, *Polyodon*, etc. Les capsules olfactives sont très développées.

Le palais montre un dessin voisin de celui des Paléoniscidés. Le maxillaire, avec sa portion postorbitaire très développée, est du type paléoniscidé. Il vient au contact d'un préopercule étroit, du milieu duquel part, dirigé vers la région orbitaire, un long prolongement. La mandibule se rapproche beaucoup de celle de *Nematoptychius*, telle que l'a décrite Watson. L'angulaire et le dentaire, sur la face externe, le préarticulaire sur la face interne, présentent un grand développement.

L'hyomandibulaire, très incliné vers l'avant, est dépourvu d'apophyse operculaire, ce qui indique, pour cette région, une musculature différente de celle d'*Amia*, des Catoptéridés et des Téléostéens; par contre, il est traversé par une branche du nerf facial. Le sous-opercule est nettement plus petit que l'opercule; il n'y a pas d'interopercule. Les rayons branchiostèges sont au nombre d'une quinzaine environ.

Deux canaux sensoriels sont bien visibles : celui du préopercule et celui de la mandibule; ils sont d'ailleurs dans le prolongement l'un de l'autre.

Les corps vertébraux sont individualisés et il y a ossification dans le tissu conjonctif des myocommes. Les nageoires paires paraissent dépourvues de fulcres; les nageoires dorsale et anale, opposées l'une à l'autre, s'attachent au corps par une base très étendue. Les rayons internes sont moins nombreux que les externes. La nageoire caudale est presque symétrique. Elle ressemble beaucoup à celle des *Belonorhynchus* parmi les formes fossiles, à celle des Gadidés parmi les types actuels.

Il est incontestable que le Poisson que nous venons de décrire sommairement présente d'étroites affinités avec les Paléoniscidés et avec les Saurichthyidés. Il se rapproche des Paléoniscidés par la structure du crâne primordial, par certains éléments du squelette viscéral (maxillaire, mandibule, etc.). Des Saurichthyidés le rapprochent également la structure du crâne primordial et les curieuses particularités de la nageoire caudale. Il ne peut être considéré cependant comme faisant exactement le passage des premiers aux seconds. L'hyomandibulaire, par exemple, n'est pas l'homologue de celui des *Saurichthys*, qui n'est pas traversé par la branche hyomandibulaire du facial et la présence d'un quadrato-jugal chez *Sau-*

richthys indique une structure plus primitive que celle présentée par la forme malgache, qui est pourtant géologiquement plus ancienne.

Quoi qu'il en soit, les affinités de ces diverses familles n'en sont pas moins indéniables, mais elles se présentent sous une forme beaucoup plus complexe qu'on ne l'admet habituellement.

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons ultraviolets sur les venins.* Note [1] de MM. **J. Vellard** et **Jarbas Penteado**, transmise par M. Maurice Caullery.

Les solutions de venin soumises à l'action des rayons ultraviolets présentent d'importantes modifications de leurs propriétés physico-chimiques et physiologiques dont quelques-unes seulement avaient été étudiées. Nous avons examiné à ce point de vue les venins ophidiques suivants : *Lachesis atrox* et *L. jararaca*, surtout coagulants et protéolytiques; *Crotalus terrificus*, neurotoxique et coagulant; *Naja tripudians*, neurotoxique, anticoagulant et hémolytique; ainsi qu'un venin de crapaud, *Bufo marinus*.

Conditions expérimentales. — Les irradiations, d'une durée variable de 2 à 45 minutes, étaient faites avec une lampe de quartz à une distance fixe de 25^{cm}. Les solutions de venin à 1 pour 1000 dans l'eau salée physiologique étaient placées dans des plaques de verre découvertes; l'épaisseur de la couche liquide était de 3 à 4^{mm}. La température externe s'élevait à 45° après 10 minutes d'irradiation, à 50-53° en 30 minutes et à 55-60° en 45 minutes. L'évaporation était intense; après l'irradiation, les solutions étaient ramenées à leur volume primitif par addition d'eau distillée neutre.

Modifications physico-chimiques. — A côté de caractères communs, les venins ophidiques irradiés ont montré de profondes différences spécifiques indiquant des compositions chimiques très diverses.

Tous ont leur viscosité augmentée et tendent à la gélification débutant à la superficie du liquide. Ceux de *L. atrox* et de *L. jararaca* deviennent sirupeux et se colorent en jaune; le premier reste limpide, le second se trouble légèrement. Les solutions de *C. terrificus* deviennent fortement opalescentes, avec un voile épais à la surface; par le repos, un fin précipité se dépose en partie au fond des tubes. Les solutions de *Naja* deviennent aussi opalescentes, mais par le repos un abondant précipité floconneux se dépose

(1) Séance du 8 septembre 1930.

et le liquide surnageant reste limpide. Ces modifications commencent après 2 minutes d'irradiation et vont en s'accentuant. Des solutions témoins, simplement chauffées à 60°, deviennent légèrement opalescentes, sans former de précipité.

La stabilité à la chaleur des solutions irradiées, aussi bien celles de *Lachesis* qui ne précipitent pas que celles de *Crotalus* et de *Naja*, est augmentée; elles ne présentent plus aucun changement d'aspect après 15 minutes d'ébullition au bain-marie. Au contraire, les solutions d'abord coagulées au bain-marie (15 minutes à 60°) et ensuite irradiées, présentent les mêmes changements que les solutions simplement irradiées.

Le pH se modifie; tous les venins deviennent plus acides; celui de *L. atrox* passe de 6,7 à 6,5 après 15 minutes d'irradiation, et à 6,3 après 45 minutes; celui de *Crotalus* passe de 6,6 à 6,2 et 5,8, et celui de *Naja* de 7,2 à 6,7 et 5,8.

Le venin de *Bufo marinus* presque dépourvu d'albumine prend une teinte rosée, légèrement fluorescente, s'accentuant peu à peu; il n'y a ni précipité, ni gélification. Le pH se déplace dans le même sens (5,8 à 5,3).

Propriétés physiologiques. — L'action physiologique des venins ophidiques est considérablement diminuée. Il n'a pas été possible de dissocier par ce moyen les diverses propriétés d'un même venin, coagulantes, protéolytiques, nécrosantes, neurotoxiques, etc., comme on peut le faire jusqu'à un certain point par la chaleur; il y a atténuation globale des venins. Cette atténuation n'est pas en relation directe avec l'abondance du précipité; le venin de *Naja* qui flocule abondamment est plus résistant que celui de *L. atrox* qui ne précipite pas. Les précipités étaient toujours inactifs. L'atténuation, déjà nette après 3 minutes d'irradiation, croît rapidement avec le temps sans que nous ayons pu obtenir dans ces conditions expérimentales des solutions complètement inactives à très hautes doses.

Voici quelques exemples : La dose de venin de *L. atrox* nécessaire pour coaguler en 1 heure 1^{cm^3} de plasma fluoré passe de $0^{mg},00015$ à $0^{mg},00075$ après 5 minutes d'irradiation, à $0^{mg},001$ après 10 minutes, à $0^{mg},006$ après 15 minutes, à $0^{mg},05$ après 30 minutes, et à $0^{mg},20$ après 45 minutes. Le minimum protéolytique passe de 0,5 à 5^{mg} après 15 minutes d'irradiation. Après 45 minutes d'irradiation, la dose minima mortelle pour le cobaye de 300^{g} passe de 8^{mg} à 25^{mg} avec le venin de *L. atrox*, de 0,1 à 20^{mg} avec celui de *Crotalus*, et de 0,5 à 18^{mg} avec celui de *Naja*. Les variations des autres propriétés sont comparables.

Ces résultats sont différents de ceux obtenus en chauffant les venins; l'action protéolytique de notre échantillon de *L. atrox* par exemple, ne dispa-

raissait qu'à 70° et son action coagulante à 90°; le venin de *Crotalus* perd sa toxicité à 95°.

Le venin sec n'est pas modifié. L'action toxique du venin de *B. marinus* est à peine altérée (léger retard de la mort).

Propriétés immunisantes. — A. Arthus et J. Favre n'ont pu immuniser des lapins à l'aide de petites doses répétées de venins irradiés. Avec des doses massives de venins irradiés 45 minutes, nous avons pu au contraire protéger des cobayes et des chèvres contre l'injection postérieure de doses mortelles de venin frais et mettre en évidence les propriétés antitoxiques de leur sérum.

Le sérum d'un cobaye, ayant reçu en 3 semaines 5 injections de 20^{mg} chacune de venin de *L. atrox* irradié, neutralisait 0^{mg},1 de venin par centimètre cube correspondant à 3 d. m. m. pour le pigeon; celui d'un autre cobaye ayant reçu en 6 semaines 5 injections de 20^{mg} de venin de *Crotalus* neutralisait 0^{mg},025 par centimètre cube (25 d. m. m.). Le sérum d'une chèvre ayant reçu 5 injections de venin de *L. atrox* neutralisait 0^{mg},25 par centimètre cube (8 d. m. m.); une autre chèvre ayant reçu les mêmes doses de venin de *Naja* neutralisait 0^{mg},16 (3 d. m. m.) par centimètre cube.

Les propriétés antigéniques des venins ophidiques ne disparaissent donc pas entièrement par l'irradiation; il est possible d'obtenir des solutions pratiquement atoxiques capables d'immuniser les animaux.

La séance est levée à 15^{h}25^{m}.

A. Lx.